トマト・ピーマンにおける施肥条件と アスコルビン酸含量について*

篠原 温・鈴木芳夫・渋谷正夫・山本宗輝**・山崎肯哉***

(筑波大学農林学系)

Effects of Fertilization and Foliar Spray Treatment on the Ascorbic Acid Content of Tomato and Sweet Pepper

Yutaka SHINOHARA, Yoshio SUZUKI, Masao SHIBUYA,

Muneteru YAMAMOTO and Koya YAMASAKI

*Institute of Agriculture and Forestry, The University
of Tsukuba, Sakura, Niihari-gun, Ibaraki-ken 305*

Summary

The effects of foliar spray treatment and various fertilization on the ascorbic acid content of tomato and sweet pepper fruits were investigated.

In both cases crop growth was not greatly affected by foliar spray treatment, or by treatments with various compositions of nutrient solution. However, these treatments did affect the yield of both fruits. In tomato, the mean fruit weight increased with urea foliar spray treatment and with the 1/2 P regime, but decreased with the 3/2 N, 1/2 K, and 1/2 Ca regimes. In sweet pepper, the yield increased both with urea foliar spray treatment and with the 3/2 P, 1/2 Ca and 3/2 Mg regimes of nutrient solution, and decreased with both the 1/2 N and 3/2 N regimes.

The ascorbic acid content of tomato fruit was not affected by the treatments with the exception of the 3/2 K regime, which gave a remarkably high acid content. The influence of the treatment on the content of soluble solid and reducing sugars, on pH and on the titrable acidity in tomatoes was not clear. The ascorbic acid and sugars content of tomato fruit tended to increase with the ascending of the cluster position, there were positive correlations ($r=0.915$) between the change of these two elements. Improvement of quality of tomatoes can be expected by incremental use of potassium fertilizer and by exposure the fruits to sunshine.

The ascorbic acid content of sweet pepper fruit increased with the 1/2 P regime, but decreased with other regimes. The effect of treatment on the sugars content in sweet pepper was not clear. The ascorbic acid content increased with the advancing of the harvesting period. The ascorbic acid of exposed sweet pepper fruits was higher than that of shaded fruits.

緒 言

著者らは既に、前報において、レタス・シュンギクにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について報告し、尿素有葉面散布及びs-トリアジン系除草剤・シマジン

の葉面散布などにより、アスコルビン酸含量が顕著に増加し、少Mg施用区では減少することを認めている。さらに、供試した両作物ともに、光合成産物である糖含量とアスコルビン酸含量との間には、正の相関関係がみられたことから、光合成器官そのものを食用とする葉菜類においては、光合成も高めることができるものと推察した(14)。

本報では、果菜類のトマト・ピーマンを供試し、施肥条件とアスコルビン酸含量の関係を明らかにしようとしたものである。これまでに、この方面の研究としては、

1979年11月1日受理

* 野菜の栽培条件と品質(第2報)

** 現長野農業改良普及所西山支所

*** 前東京教育大学農学部

本報告の一部は、園芸学会昭和51年度秋季大会で発表した。

トマトについては、いくつかの報告がなされているが(1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 18), ピーマンについては、非常に少ない(4, 16)。また、これらの報告の多くは、土耕栽培で実験をしており、実験結果も一定しておらず、土壌の差異の影響を受けている可能性も考えられる。そこで、本実験では、栽培に水耕法を用いて行い、窒素、リン酸、カリウムの葉面散布処理及び培養液の組成の相違が、トマト・ピーマン果実中のアスコルビン酸含量に及ぼす影響を調べたものである。

材料及び方法

実験材料は、トマト(瑞光)、ピーマン(翠玉2号)を用いた。種子は砂箱には種し、薄い培養液(大塚ハウス肥料, 1号・2号の1,000倍程度)を適宜与えて肥培し、本葉が2〜3枚展開した時点で水耕に移した。水耕容器は、12 l 容(28×47×10 cm)のポリバットを用い、発泡ポリエチレン製のふたをした。植え穴はナイフで十字に切れ目を入れて作り、苗を支持させるようにした。育苗時の培養液は、大塚ハウス肥料, 1号, 2号の800倍液を用い、1容器10株ずつ植えた。定植は、上記水耕容器に2本植え2繰返しとし、定植と同時に処理も開始した。これら栽培の概要は第1表に示した。また、処理は第2表に示すように、対照区の培養液の組成とし

ては、園試処方(1)の均衡培養液を用いた。なおピーマンは上記標準組成1単位を対照区としたが、トマトは0.7単位のものを対照区としている。なお微量元素は全ての区にホグランドらによる基本量を加えた(19)。

葉面散布処理は、N (0.5% 尿素), P (0.1% 第1リン酸ナトリウム), K (0.1% 硫酸カリウム)の水溶液を毎週一回、実験終了時まで小型噴霧器で葉の表裏が充分ぬれる程度に散布する区を設け、培養液組成の処理は、N, P, K, Ca 及び Mg の五大要素について、それぞれ対照区の1/2濃度区、3/2濃度区を設けた(第2表)。なお栽培には水道水を使用し、適宜補水をし、電気伝導度が規準濃度の6割程度下がった時点で、全区の培養液を更新した。

栽培管理は、トマトは第3花房上2葉を残して摘芯し、開花時にはトマトトーンの100倍液を散布した。果実は1果房4個を限度とし、各果房とも第4果の直径が約2 cm になった時点で、それ以下の果実は摘果した。なお第1果房の果実は、尻腐れ果の発生が多くみられたため、6月23日に全区の株について、0.2% 塩化カルシウム溶液を果房直下の葉に散布した。一方ピーマンは、3本仕立てとし、その後摘果などは行わなかった。

収穫及び果実成分の分析は、トマトはピンクステージ

Table 1. Date of sowing and period of raising seedling and treatment.

Material	Variety	Sowing date	Raising seedling period		Treatment period	
			from	to	from	to
Sweet pepper Tomato	Suigyoku No. 2 Zuiko	Apr. 7 th	May 15 th	June 17 th	June 18 th	Aug. 18 th
		March 26 th	May 1 st	May 16 th	May 17 th	Aug. 4 th

Table 2. Treatment of foliar spray and compositions in nutrient solution.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg (me/l)	Remarks
Control	17.3	4	8	8	4	
Urea foliar spray (Nf. s.)	17.3	4	8	8	4	(NH ₂) ₂ CO 0.5%
Phosphate foliar spray (Pf. s.)	17.3	4	8	8	4	NaH ₂ PO ₄ 0.1%
Potassium foliar spray (Kf. s.)	17.3	4	8	8	4	K ₂ SO ₄ 0.1%
1/2 N	9.3	4	8	8	4	
3/2 N	25.3	4	8	8	4	
1/2 P	16.6	2	8	8	4	
3/2 P	18.0	6	8	8	4	
1/2 K	17.3	4	4	8	4	
3/2 K	17.3	4	12	8	4	
1/2 Ca	17.3	4	8	4	4	
3/2 Ca	17.3	4	8	12	4	
1/2 Mg	17.3	4	8	4	2	
3/2 Mg	17.3	4	8	4	6	

Microelements (Fe, B, Mn, Cu, Zn) were added to all solutions at the standard concentration by Hoagland and Arnon. Sweet pepper was grown by these concentration, but tomato was grown by 70% strength of these nutrient solutions.

の果実、ピーマンは開花後 10 日～20 日の果実で、果重が 25～35 g 程度のものについて行い、収穫後直ちにアスコルビン酸含量を分析した。アスコルビン酸の分析は果実を縦に 2 つ割りとし、双方からトマトの場合は 5 g ずつ、計 10 g を、ピーマンの場合は 2.5 g ずつ、計 5 g を分析に供した。アスコルビン酸の定量は、前報と同様に、ヒドラジン比色法を用いた。残りの実験材料は、凍結保存し、他の果実成分の分析に供した。トマトでは、果実を解凍した後、果実全体をミキサーにかけ、ジュースをさらに遠心分離し、上澄液を減圧ろ過した。このろ過液を用いて、Brix、還元糖、pH、遊離酸などを測定分析した。またピーマンは、凍結果実をそのまま真空凍結乾燥し、粉碎したあとで糖の分析に供した。

結 果

生育及び収量

生育は、トマト・ピーマンともにほぼ順調に経過し、葉面散布及び培養液処理の影響は外見上見られなかった。しかしながら、トマトにおいては、収穫期に入ってから青枯れ病にかかった株や、高温障害と思われる症状で根が褐変し、地上部も落葉する株が処理区に関係なく二、三見られ、これらの株は調査から除外した。

トマトにおける平均果重、果実体積、果実直径などの測定値を第 3 表に示したが、収穫が高温期に入り、培養液温度もしばしば 30℃ を越えたためか、全体的に果実はやや小さめとなっている。処理の影響としては、尿素葉面散布区及び 1/2 P 区で対照区より大きい果実となり、3/2 N 区、1/2 K 区及び 1/2 Ca 区では小さい果実が

得られた。一方ピーマンの収量は、第 4 表に示すように、調査を終了した 8 月 18 日までかなり急速に増加しており、この時点までの収量は、収穫前期の収量と見ることができよう。処理の影響としては、尿素葉面散布区 3/2 P 区、1/2 Ca 区及び 3/2 Mg 区で収量が多く、1/2 N 区及び 3/2 N 区では非常に少なかった。

アスコルビン酸含量

トマト果実における各処理区のアスコルビン酸含量は、第 1 図に示した。図から明らかなように、アスコルビン酸は、ほとんどが還元型アスコルビン酸（以下

Table 3. Effect of foliar spray treatment and composition treatment in nutrient solution on the weight, volume and diameter of tomato fruit.

Treatment	fruit weight (g)	fruit volume (cm ³)	fruit diameter (cm)
Control	108.8	105.0	6.25
Nf. s.*	117.7	108.0	6.30
P f. s.	103.2	97.5	6.07
K f. s.	87.5	84.4	5.61
1/2 N	88.2	83.9	5.58
3/2 N	67.9	67.5	5.26
1/2 P	112.3	116.0	6.32
3/2 P	73.7	78.0	5.45
1/2 K	59.6	61.4	4.91
3/2 K	73.7	75.7	5.36
1/2 Ca	66.9	62.1	5.04
3/2 Ca	103.7	90.0	6.01
1/2 Mg	79.6	72.5	5.62
3/2 Mg	89.9	77.5	5.75

* f. s. means foliar spray treatment

Table 4. Effect of foliar spray treatment and composition treatment in nutrient solution on the early yield of sweet pepper (no. of fruit/plant)

Date of harvest Treatment	July					Aug.			Total	
	12 th	15 th	19 th	24 th	28 th	4 th	13 th	18 th	No.	Weight (g)
Control	0	1	3	0	1	0	3	6	14	393
N f. s.*	0	1	3	1	2	8	14	18	47	1,304
P f. s.	1	2	1	0	1	4	3	9	21	527
K f. s.	0	3	1	0	2	2	8	10	26	648
1/2 N	0	2	3	0	2	1	0	0	8	218
3/2 N	0	1	0	1	1	2	1	1	7	184
1/2 P	0	0	0	0	4	4	7	17	32	729
3/2 P	0	2	1	0	5	6	6	21	41	1,102
1/2 K	0	1	1	1	2	6	6	15	32	875
3/2 K	1	2	0	0	2	2	5	24	36	803
1/2 Ca	1	2	2	3	2	7	5	12	34	968
3/2 Ca	0	2	2	2	1	1	1	9	18	439
1/2 Mg	0	3	0	2	0	2	3	13	23	635
3/2 Mg	1	3	1	2	4	5	8	15	39	1,041
Total*	4	25	18	12	29	50	70	170	378	9,866

* f. s. means foliar spray treatment.

Fig. 1. Effect of foliar spray treatment and composition treatment in nutrient solution on the ascorbic acid content of tomato fruit.
ASA : L-ascorbic acid, DHA : Dehydro ascorbic acid.

ASA と略す) であり、処理による含量の変化も主として ASA の変化として現われている。処理の影響としては、3/2 K で非常に高い含量を示しているのが目立った。また対照区は最も低い含量を示し、尿素葉面散布区、1/2 P 区がこれに続いて低い含量となった。他の区には処理による顕著な影響はみられなかった。また、果房段位別にアスコルビン酸含量を算出し、第2図に示したが、上段果房の果実ほど、ASA 含量が増加する傾向が明らかであった。

ピーマン果実におけるアスコルビン酸含量は、第3図に示した。トマト果実同様、アスコルビン酸含量のほとんどは ASA であった。処理の影響としては、1/2 P 区で含量はわずかに高いが、他の区は対照区より少なくなっており N 処理区では、1/2 N 区、3/2 N 区とも含量は低く、3/2 Ca 区では最も低い含量を示した。トマトの場合と同様、収穫日別にアスコルビン酸含量を算出したところ、第4図のような結果を得た。これによると、収穫が

進むにつれて含量が増加する傾向が明らかであった。

その他の果実成分

アスコルビン酸含量との関連において、その他の果実成分について測定分析し、結果を第5表に示した。トマトでは、果実中の糖のほとんどが還元糖であるので、還元糖のみを記してある。処理の影響は、リン酸葉面散布区、1/2 P 区、3/2 P 区、3/2 Ca 区などで3% 台であったほかは、ほぼ4% 台であり、全体的に大きな差は見られなかった。また Brix, pH, 遊離酸含量にも一定の傾向は見られなかった。一方ピーマンにおいては、果実中の還元糖、非還元糖ともに処理による影響はあまり大きくなく、3/2 Ca 区で還元糖含量が低いのが目立った程度であった。

考 察

果菜類における施肥条件とアスコルビン酸含量の関係をみた報告は、1940 年代にアメリカにおいていくつか見られたが、最近ではあまり多く見られない。そのなか

でトマトについては、窒素の増施効果(6)、カリウムの増施効果(2, 10, 12)、リン酸増施のマイナス効果(11)、あるいは微量要素の施用効果(17)などについて報告されている。一方ピーマンについては、報告の数は非常に少ないが、カリウム及び微量要素の葉面散布がアスコルビン酸含量を増加させる(4) という報告がみられる。

Fig. 2. Effect of cluster position on the ascorbic acid content of tomato fruit.
 TAA : Total ascorbic acid, ASA : L-ascorbic acid
 DHA : Dehydro ascorbic acid

今回の実験結果を検討してみると、両作物の果実中のアスコルビン酸含量と施肥条件との関係には、類似したものがほとんどみられず、トマトでは 3/2 K 区で顕著にアスコルビン酸含量が増加し、ピーマンでは、1/2 P 区でわずかに増加するという結果を示した。著者らがレタス・シュンギクを供試して行った前報の結果では、与えた施肥条件に対して、かなり共通した影響を受けたことから、他の葉菜類においても同様な結果が得られるものと推察した。しかしながら、今回供試したトマト・ピーマンにおいては、それぞれ与えた施肥条件に対する結果が異なっているため、今回得られた結果をもって、果菜類全般を類推することはできない。トマトは、ほぼ成熟したステージの果実を収穫するのに対し、ピーマンは、果実としては未熟なステージで収穫するという相違点があり、このことなども上記の結果の相違の一因となっている可能性が考えられる。

施肥条件の差異にもかかわらず、第2図に示したように、トマトは収穫が進むにつれてアスコルビン酸含量は増加する傾向が明らかであった。トマトについては、上段果房はどアスコルビン酸含量が増加するという報告は、これまでもいくつかなされている(5, 7, 8)。第5図は、トマト果汁の pH、還元糖及び遊離酸含量を果房段位別に算出したものである。これによると、果房が上昇するにしたがって、還元糖はわずかに増加し、遊離酸含量は減少する傾向がみられた。前報のレタス・シュンギクにおいては、アスコルビン酸含量と糖含量との間には、正の相関がみられ、両成分の関係を推論したが、今

Table 5. Effect of foliar spray treatment and composition treatment in nutrient solution on sugars, Brix, pH and titrable acidity of sweet pepper and tomato fruit.

Treatment	Sweet pepper			Tomato			
	T. S. (% dry wt.)	R. S. (% dry wt.)	N. R. S. ** (% dry wt.)	Brix (%)	R. S. (%)	pH	Titrable acidity (% as citric acid)
Control	30.01	27.30	2.71	6.2	4.56	4.42	0.75
N f. s. *	30.49	26.66	3.83	5.5	4.44	4.44	0.79
P f. s.	31.33	27.46	3.87	5.9	3.31	4.43	0.83
K f. s.	37.10	31.86	5.24	7.0	4.56	4.36	0.91
1/2 N	31.84	28.26	3.58	5.9	4.38	4.31	0.81
3/2 N	32.66	26.43	6.23	7.7	4.34	4.37	0.87
1/2 P	35.12	28.65	6.47	5.9	3.44	4.33	0.96
3/2 P	33.90	29.00	4.90	6.2	3.19	3.73	0.89
1/2 K	34.85	31.88	2.97	6.4	4.29	4.36	0.78
3/2 K	32.53	29.83	2.70	7.8	4.81	4.40	0.82
1/2 Ca	38.00	32.59	5.41	7.7	4.81	4.39	0.88
3/2 Ca	28.47	26.16	2.31	6.0	3.75	4.37	0.82
1/2 Mg	36.78	32.19	4.59	7.5	5.19	4.29	1.07
3/2 Mg	34.51	30.47	4.04	6.5	3.94	4.40	0.80

* f. s. means foliar spray treatment.
 ** T. S. : Total sugar, R. S. : Reducing sugar, N. R. S. : Non reducing sugar.

Fig. 3. Effect of foliar spray treatment and composition treatment in nutrient solution on the ascorbic acid content of sweet pepper fruit.

ASA : L-Ascorbic acid, DHA : Dehydro ascorbic acid

回の実験では、トマト果実において、収穫果房別に算出した両成分の値に正の相関 ($r=0.915$) が見られる程度であった。糖、特にグルコースは果実中においても、アスコルビン酸の重要な基質の1つであると考えられるが、葉菜類の様に、両成分の間に相関関係が得られることは少ないようである。トマトの場合では、上位果房の様に果実の発育中に、果実面に十分な光が当たる条件が与えられたときには、果実中の糖、アスコルビン酸ともに高い含有率になる可能性が示された。

一方ピーマンについては、これまでにアスコルビン酸含量についての報告は少ないので、収穫期とアスコルビン酸含量との関係は不明である。本実験の結果は、ピーマンにおいても第4図のように、トマトと同様に、施肥条件の差異にもかかわらず、収穫期が進むにつれて

ASA 含量が増加する傾向が明らかであった。そこで果実面への日射条件の影響を調べるために、日向果と日陰果のアスコルビン酸含量を分析したところ (第6表)、明らかに日向果で高い含量を示した。

果実面への光条件とアスコルビン酸含量の関係については、今後、アスコルビン酸が果実内で合成されるのか、あるいは、葉から何らかの形で転流して来るのか、などについて更に検討すべきであろう。

今回の実験結果では、トマト果実のアスコルビン酸含量に対するカリウムの増施効果に顕著なものがあつた。この結果は、森ら(10, 12)が水耕実験で報告した結果と一致する。カリウムの増施効果については、さきに崎山(13)が有機酸代謝との関係を報告し、カリウムを増施することにより、果実中の有機酸、特に結合酸含量が増加

Fig. 4. Effect of harvesting date on the ascorbic acid content of sweet pepper fruit
TAA : Total ascorbic acid, ASA : L-ascorbic acid
DHA : Dehydro ascorbic acid

Fig. 5. Effect of cluster position on the pH, reducing sugar and titrable acidity of tomato fruit.

Table 6. Effect of sunlight condition on the ascorbic acid content of sweet pepper fruit (Aug. 4 th).

	T. A. A. * (mg %)	A. A. (mg %)	D. H. A. (mg %)
Exposed fruit	68.63	66.19	2.44
Shaded fruit	56.67	51.85	4.82

* T. A. A. : Total ascorbic acid, A. S. A. : L-ascorbic acid, D. H. A. : Dehydro ascorbic acid

すると述べている。本実験では、有機酸について遊離酸のみを測定しており、カリウムと密接な関係がある結合酸の値は調べていない。3/2 K 区で遊離酸は必ずしも高い値を示していないが、この時結合酸含量は増加している可能性が高い。

以上の結果、カリウムの増施は、トマト果実中のアスコルビン酸含量の増加とともに、有機酸含量も増加する

効果を持っていると考えられる。したがって、カリウムを増施した上で、前述の様に果実面への日射を高める工夫を併用すれば、糖、酸含量の高い、しかもアスコルビン酸含量も高いという高品質のトマト果実が得られるものと思われ、品質改善に役立つことが示唆される。

ピーマンでは、尿素葉面散布区、3/2 P 区及び 3/2 Mg 区などで増収効果がみられたものの、アスコルビン酸含量への効果はほとんどみられなかった。今回は対照区として用いた園試処方培養液の組成が変化し、イオンバランスが多少くずれることが、ピーマン果実中のアスコルビン酸含量にマイナス効果を及ぼしたものと思われる。山崎(19)によると、ピーマンの水耕液の組成・濃度は、トマトと異なっており、このような点からも再検討が必要であろう。

摘 要

トマト・ピーマンについて施肥条件とアスコルビン酸含量の関係を調べた。

1. 葉面散布処理及び培養液組成処理は、両作物の生育には大きな影響を及ぼさなかったが、収量には影響がみられ、トマトでは、尿素葉面散布区及び 1/2 P 区で平均果重が増加し、3/2 N 区、1/2 K 区及び 1/2 Ca 区で減少する傾向がみられた。一方ピーマンでは、尿素葉面散布区、3/2 P 区、1/2 Ca 区及び 3/2 Mg 区で収量が多く、1/2 N 区及び 3/2 N 区で劣った。

2. トマト果実では、3/2 K 区で顕著に高いアスコルビン酸含量を示した。糖、pH、遊離酸含量などの施肥条件の影響は明らかではなかった。施肥条件にかかわらず、収穫果房段位が上昇するにつれて、アスコルビン酸含量及び糖含量は増加し、両成分含量の間には正の相関関係 ($r=0.915$) がみられた。トマトでは、カリウムを増施し、果実面の日射条件を改善することにより、品質向上が期待できる。

3. ピーマン果実では、1/2 P 区でアスコルビン酸含量は増加したが、他の区は対照区より低い含量となった。また、糖含量への施肥条件の影響は明らかではなかった。果実中のアスコルビン酸含量は、収穫が進むにつれて増加した。日向果のアスコルビン酸含量は、日陰果のそれより明らかに多かった。

引用文献

- ADAMS, P. and G. W. WINSOR. 1973. The effects of nitrogen, potassium and sub-irrigation of yield, quality and composition of single-truss tomatoes. J. Hort. Sci. 48 : 123—133.
- ANAND, N. and C. R. MUTHUKRISHNAN. 1974. Effect of potassium on growth, yield and quality of tomato. Potash Review. 8/9 : 1—7.

3. BRADLEY, D.B. 1962. Influence of K, Ca and Mg application on acid content, composition and yield of tomato fruit. J. Agr. Fd. Chem. 10 : 450—452.
4. FEKETE, L. 1974. The effect of foliar nutrition of eating capsicum yield and vitamin C content. Godollo Hungary 1974 : 201—209. (Abstract)
5. FRYER, H.C., L. ASHAM, A. CARDWELL, J. C. FRAZIER and W. W. WILLIS. 1954. Effect of fruit cluster position on the ascorbic acid content of tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64 : 360—364.
6. HAMNER, K.C., C.B. LYON and C.L. HAMNER. 1942. Effect of mineral nutrition of the ascorbic acid content of the tomato. Bot. Gaz. 103 : 586—616
7. 木下隆雄・穂積清之・野中正義・速水昭彦・矢野昌充. 1976. 流通加工適性に関する研究, 栽培条件と野菜の品質に関する研究. 野菜試栽培部研究年報 : 149—154.
8. 木下隆雄・穂積清之・野中正義, 1977. 流通加工適性に関する研究, 栽培条件と野菜の品質に関する研究. 野菜試栽培部研究年報 : 139—144.
9. MCCOLLUM, J.P. 1944. Some factors affecting the ascorbic acid content of tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45 : 382—386.
10. 森 俊人・久保雄之介・中川勝也・沢 正樹. 1974. トマトの品質に関する試験. K濃度がトマトの生育・収量ならびに品質に及ぼす影響. 昭和49年度野菜試験成績概要(東海・関西) : No. 222.
11. 森 俊人・久保雄之介・中川勝也・沢 正樹. トマトの品質に関する試験. ハウストマトの品質に及ぼすP濃度の影響. 昭和 49 年度野菜試験成績概要(東海・関西) : No. 178.
12. 森 俊人・久保雄之介・中川勝也・沢 正樹. 1975. トマトの品質に関する試験. 加里施用量とトマトの品質(加里欠土壤) : 昭和50年度野菜試験成績概要(東海・関西) : No. 202.
13. 崎山亮三. 1965. 培養液中のカリウムおよびカルシウム濃度がトマトの果実内酸含量におよぼす影響. 園学雑. 35(3) : 261—268.
14. 篠原 温・田中邦雄・鈴木芳夫・山崎肯哉. 1978. 野菜の栽培条件と品質(第1報). レタス・シュンギクにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園学雑. 47(1) : 63—70.
15. 篠原 温. 1977. 施設野菜の施肥条件とビタミンC等の含有量. 農及園. 52 : 1267—1271.
16. SINHA, M.M. 1975. Effect of closer spacing and higher nutritional doses with and without gibberellic acid on yield and quality in chillies (*Capsicum annum* L.). Progressive Horticulture 7(1) : 41—49.
17. SILVA, S. and I. A. SCOTTI 1973. The effect of microelement fertilizing on nutritive characteristics of tomatoes. Annali della Facolta di Agraria, Universita Cattolica dell Scro Cuore 13 : 240—248. (Abstract)
18. 菅原友太. 1957. 農, 園芸作物のビタミンCに関する研究. pp. 33—37. 養覧堂.
19. 山崎肯哉・鈴木芳夫・篠原 温. 1976. そ菜の養液栽培(水耕)に関する研究, 特に培養液管理とみかけの吸収濃度(n/w)に就いて, 東教大農紀要. 22 : 53—100.